

PROGRAM SIMULATION METHOD

Publication number: JP3196202

Publication date: 1991-08-27

Inventor: SAKAMOTO TOSHIHARU; HOSHINO TOSHIHIKO

Applicant: MAZDA MOTOR

Classification:

- international: G05B19/05; G05B19/048; G05B23/02; G05B19/05;
G05B19/048; G05B23/02; (IPC1-7): G05B19/05;
G05B23/02

- European:

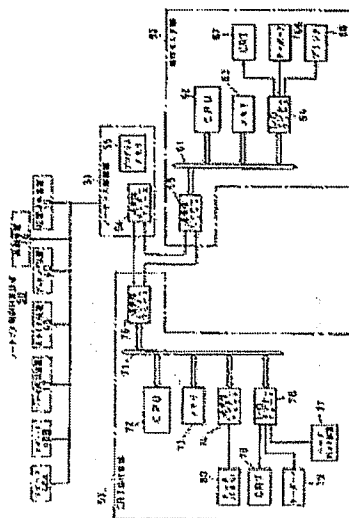
Application number: JP19890335271 19891225

Priority number(s): JP19890335271 19891225

Report a data error here

Abstract of JP3196202

PURPOSE: To automatically simulate a sequence action control ladder program by connecting a simulation program to the ladder program and actuating both programs after arranging the starting conditions of each program. **CONSTITUTION:** A simulation program connected to a sequence action control ladder program and plural action block ladder programs forming the ladder program is set into a sequence control part 51. Under such conditions, the ladder program is started by means of a control panel. Thus this ladder program operation is started. Therefore plural action step ladder elements forming each action block ladder program and plural actuator action simulation ladder elements forming each simulation program are successively and continuously actuated. Thus it is possible to automatically simulate and confirm the operation of the sequence action control ladder program.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平3-196202

⑤Int.Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑬公開 平成3年(1991)8月27日

G 05 B 19/05
23/02

D 7740-5H
H 7429-5H

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全15頁)

⑭発明の名称 プログラムのシミュレーション方法

⑰特 願 平1-335271

⑱出 願 平1(1989)12月25日

⑲発 明 者 坂 本 俊 治 広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

⑳発 明 者 星 野 俊 彦 広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

㉑出 願 人 マ ツ ダ 株 式 会 社 広島県安芸郡府中町新地3番1号

㉒代 理 人 弁理士 神原 貞昭

明 細 書

1. 発明の名称

プログラムのシミュレーション方法

2. 特許請求の範囲

設備が行うべき諸動作が、開始から終了まで独立して行われることになる一連の動作の最大単位を動作ブロックとして複数の動作ブロックに区分されるとともに、各動作ブロックが夫々がアクチュエータの作動を伴う複数の動作ステップに区分されたもとで、上記設備に上記複数の動作ブロックの夫々における複数の動作ステップを予め設定された順序をもって順次実行させるための、夫々が各動作ステップに対応して設けられてアクチュエータ用出力を発生するものとされた、複数の動作ステップラダー要素が縦段接続されて成るシーケンス動作制御ラダープログラムに、夫々が各動作ステップラダー要素に対応して設けられ、当該動作ステップラダー要素が発生するアクチュエータ用出力により起動されて所定の時間後に次段の動作ステップラダー要素に対する起動出力を発生

させるものとされた、複数のアクチュエータ動作シミュレーションラダー要素が縦段接続されて成るシミュレーションプログラムを接続し、上記シーケンス動作制御ラダープログラムを起動して該シーケンス動作制御ラダープログラムと上記シミュレーションプログラムとを作動させ、上記シーケンス動作制御ラダープログラムの作動状態を模擬的に確認するプログラムのシミュレーション方法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、生産ライン等における設備にシーケンス動作を行わせるためのシーケンス動作制御プログラムが設定通りに作動するか否かを、模擬的に確認するためのプログラムのシミュレーション方法に関する。

(従来の技術)

自動車の組立ラインの如くの実業ラインにおいて、設置された種々の設備に対してコンピュータを内蔵したシーケンス制御部を設け、斯かるシー

ケンス制御部によって、各設備が順次行うべき動作についてのシーケンス制御を行うようにすることが知られている。斯かるシーケンス制御が行われる際には、シーケンス制御部に内蔵されたコンピュータにシーケンス動作制御プログラムがロードされ、シーケンス制御部が、生産ラインに設置された種々の設備の夫々に対する動作制御の各段階を、シーケンス動作制御プログラムに従って逐次進めていくものとされる。

このように、生産ラインに設置された種々の設備の動作についてのシーケンス制御が行われるようにすべく、シーケンス制御部に内蔵された中央処理ユニット(CPU)にロードされるシーケンス動作制御プログラムは、例えば、ラダー形式がとられたもの、即ち、シーケンス動作制御ラダープログラムとされ、実際のシーケンス制御の実行に供されるに先立って、設定通りに作動するか否かを模擬的に確認するシミュレーションが行われる。斯かるシミュレーションがシーケンス動作制御ラダープログラムについて行われる際には、従

来、シーケンス動作制御ラダープログラムに対して、設備の実際の動作に対応する模擬的な入出力信号が外部から加えられ、それによりシーケンス動作制御ラダープログラムが作動せしめられるようになされている。

(発明が解決しようとする課題)

しかしながら、上述の如くに、シーケンス動作制御ラダープログラムについてのシミュレーションが、シーケンス動作制御ラダープログラムに対して外部から模擬的な入出力信号が加えられることにより行われるにあたっては、模擬的な入出力信号を発生させるための多数のスイッチング要素等が設けられることが要求されるとともに、加えられるべき入出力信号の選択、選択された入出力信号が加えられるべき順番及びタイミング等の設定が、シーケンス制御部に内蔵されたコンピュータを操作する者により行われることになって煩わしい作業が必要とされるという不都合があり、また、模擬的な入出力信号を発生させるためのスイッチング要素等が、人間により操作されることに

なるので模擬できる現象が限定され、さらに、プログラム全体に互る検証が困難とされるという問題がある。

斯かる点に鑑み、本発明は、行うべき諸動作が、開始から終了まで独立して行われることになる一連の動作の最大単位を動作ブロックとして複数の動作ブロックに区分されるとともに、各動作ブロックが夫々がアクチュエータの作動を伴う複数の動作ステップに区分されたもとで、設備に複数の動作ブロックの夫々における複数の動作ステップを予め設定された順序をもって順次実行させるためのシーケンス動作制御ラダープログラムについての、設定通りに作動するか否かを模擬的に確認するシミュレーションを、容易な操作のもとにプログラム全般に互って自動的に行うことができるようにした、プログラムのシミュレーション方法を提供することを目的とする。

(課題を解決するための手段及び作用)

上述の目的を達成すべく、本発明に係るプログラムのシミュレーション方法は、設備が行うべき

諸動作が、開始から終了まで独立して行われることになる一連の動作の最大単位を動作ブロックとして複数の動作ブロックに区分されるとともに、各動作ブロックが夫々がアクチュエータの作動を伴う複数の動作ステップに区分されたもとで、設備に複数の動作ブロックの夫々における複数の動作ステップを予め設定された順序をもって順次実行させるための、夫々が各動作ステップに対応して設けられてアクチュエータ用出力を発生するものとされた、複数の動作ステップラダー要素が縦段接続されて成るシーケンス動作制御ラダープログラムに、夫々が各動作ステップラダー要素に対応して設けられ、当該動作ステップラダー要素が発生するアクチュエータ用出力により起動されて所定の時間後に次段の動作ステップラダー要素に対する起動出力を発生させるものとされた、複数のアクチュエータ動作シミュレーションラダー要素が縦段接続されて成るシミュレーションプログラムを接続し、斯かるシミュレーションプログラムが接続されたシーケンス動作制御ラダープログ

ラムに対する起動条件を整えることにより、シーケンス動作制御ラダープログラムとシミュレーションプログラムとを動作させて、シーケンス動作制御ラダープログラムの作動状態を模擬的に確認するものとされる。

このようにされることによって、シミュレーションプログラムが接続されたシーケンス動作制御ラダープログラムを起動することにより、シーケンス動作制御ラダープログラムにおける各動作ステップラダー要素についての入出力信号が自動的に得られて、シーケンス動作制御ラダープログラムの作動が継続的に行われていく状態が得られ、シーケンス動作制御ラダープログラムについてのシミュレーションを、シーケンス動作制御ラダープログラムについての起動をかけるだけの容易な操作のもとに、プログラム全般に亘って自動的に行うことができることになる。

(実施例)

本発明に係るプログラムのシミュレーション方法についての説明に先立ち、本発明に係るプログ

ラムのシミュレーション方法によるシミュレーションが行われるシーケンス動作制御ラダープログラムの一例、及び、そのシーケンス動作制御ラダープログラムによってシーケンス動作制御が行われる設備が備えられた車両組立ラインについて、第2図～第5図を参照して述べる。

第2図及び第3図に示される車両組立ラインにおいては、車両のボディ11を受台12上に受け、受台12の位置を制御して受台12上におけるボディ11の位置決めを行う位置決めステーションST1と、パレット13上における所定の位置に載置されたエンジン14、フロントサスペンション組立(図示省略)及びリアサスペンション組立15とボディ11とを組み合わせるドッキングステーションST2と、ボディ11に対してそれに組み合わせられたエンジン14、フロントサスペンション組立及びリアサスペンション組立15を、螺子を用いて締結固定する締結ステーションST3とが設けられている。また、位置決めステーションST1とドッキングステーションST2との

間には、ボディ11を保持して搬送するオーバーヘッド式の移載装置16が設けられており、また、ドッキングステーションST2と締結ステーションST3との間には、パレット13を搬送するパレット搬送装置17が設けられている。

位置決めステーションST1における受台12は、レール18に沿って往復走行移動するものとされており、また、位置決めステーションST1には、図示が省略されているが、受台12に関連して配されて受台12をレール18に直交する方向(車幅方向)及びレール18に沿う方向(前後方向)に移動させ、受台12上に載置されたボディ11についての、その前部の車幅方向における位置決めを行う位置決め手段(BF)、その後部の車幅方向の位置決めを行う位置決め手段(BR)、及び、その前後方向における位置決めを行う位置決め手段(TL)が設けられ、さらに、ボディ11における前方左右部及び後方左右部に係合して、ボディ11の受台12に対する位置決めを行う昇降基準ピン(FL, FR, RL, RR)

が設けられている。そして、これらの位置決め手段及び昇降基準ピンによって、位置決めステーションST1における位置決め装置19が構成されている。

移載装置16は、位置決めステーションST1とドッキングステーションST2との上方において両者間に掛け渡されて配されたガイドレール20と、ガイドレール20に沿って移動するものとされたキャリア21とから成り、キャリア21には、昇降ハンガーフレーム22が取り付けられていて、ボディ11は昇降ハンガーフレーム22により支持される。また、パレット搬送装置17は、夫々パレット13の下面を受ける多数の支持ローラ23が設けられた一対のガイド部24L及び24R、ガイド部24L及び24Rに夫々平行に延設された一対の搬送レール25L及び25R、各々がパレット13に係止するパレット係止部26を有し、夫々搬送レール25L及び25Rに沿って移動するものとされたパレット搬送台27L及び27R、及び、パレット搬送台27L及び27

Rを駆動するリニアモータ機構（図示は省略されている）を備えて構成されている。

ドッキングステーションST2には、フロントサスペンション組立及びリアサスペンション組立15の組み付け時において、フロントサスペンション組立におけるストラット及びリアサスペンション組立15におけるストラット15Aを夫々支持して組付姿勢をとらせる一対の左右前方クランプアーム30L及び30R、及び、一対の左右後方クランプアーム31L及び31Rが設けられている。左右前方クランプアーム30L及び30Rは、夫々、取付板部32L及び32Rに、搬送レール25L及び25Rに直交する方向に進退動可能にされて取り付けられるとともに、左右後方クランプアーム31L及び31Rが、夫々、取付板部33L及び33Rに、搬送レール25L及び25Rに直交する方向に進退動可能にされて取り付けられており、左右前方クランプアーム30L及び30Rの相互対向先端部、及び、左右後方クランプアーム31L及び31Rの相互対向先端部の

夫々は、フロントサスペンション組立におけるストラットもしくはリアサスペンション組立15におけるストラット15Aに係合する係合部を有するものとされている。そして、取付板部32Lがアームスライド34Lにより固定基台35Lに対して、搬送レール25L及び25Rに沿う方向に移動可能とされ、取付板部32Rがアームスライド34Rにより固定基台35Rに対して、搬送レール25L及び25Rに沿う方向に移動可能とされ、取付板部33Lがアームスライド36Lにより固定基台37Lに対して、搬送レール25L及び25Rに沿う方向に移動可能とされ、さらに、取付板部33Rがアームスライド36Rにより固定基台37Rに対して、搬送レール25L及び25Rに沿う方向に移動可能とされている。従って、左右前方クランプアーム30L及び30Rは、それらの先端部がフロントサスペンション組立におけるストラットに係合した状態のもとで、前後左右に移動可能とされることになるとともに、左右後方クランプアーム31L及び31Rは、それら

の先端部がリアサスペンション組立15におけるストラット15Aに係合した状態のもとで、前後左右に移動可能とされることになり、左右前方クランプアーム30L及び30R、アームスライド34L及び34R、左右後方クランプアーム31L及び31R、及び、アームスライド36L及び36Rは、ドッキング装置40を構成している。

さらに、ドッキングステーションST2には、搬送レール25L及び25Rに夫々平行に伸びるものとされて設置された一対のスライドレール41L及び41R、スライドレール41L及び41Rに沿ってスライドするものとされた可動部材42、可動部材42を駆動するモータ43等から成るスライド装置45が設けられており、このスライド装置45における可動部材42には、パレット13上に設けられた可動エンジン支持部材（図示は省略されている）に係合する係合手段46が設けられている。また、パレット13を所定の位置に位置決めするものとされた、2個の昇降パレット基準ピン47も設けられている。スライド装

置45は、移載装置16における昇降ハンガーフレーム22により支持されたボディ11に、パレット13上に配されたエンジン14、フロントサスペンション組立及びリアサスペンション組立15が組み合わされる際、その係合手段46が昇降パレット基準ピン47により位置決めされたパレット13上の可動エンジン支持部材に係合した状態で前後動せしめられ、それにより、ボディ11に対してエンジン14を前後動させて、ボディ11とエンジン14との干渉を回避するようにされる。

締結ステーションST3には、ボディ11にそれに組み合わせられたエンジン14及びフロントサスペンション組立を締結するための螺子締め作業を行うものとされたロボット48A、及び、ボディ11にそれに組み合わせられたリアサスペンション組立15を締結するための螺子締め作業を行うものとされたロボット48Bが設置されており、さらに、締結ステーションST3においても、パレット13を所定の位置に位置決めするものとさ

れた、2個の昇降バレット基準ピン47が設けられている。

上述の如くの車両組立ラインにおいて、位置決めステーションST1における位置決め装置19、移載装置16、ドッキングステーションST2におけるドッキング装置40及びスライド装置45、バレット搬送装置17、及び、締結ステーションST3におけるロボット48A及び48Bが、それらに接続されたシーケンス制御部により、シーケンス動作制御ラダープログラムに基づき、それらの動作についてのシーケンス制御が行われる設備（シーケンス制御対象設備）とされている。

これらシーケンス制御対象設備の夫々が行う動作は、その開始から終了まで独立して行わせることができる一連の動作の最大単位として定義される動作ブロックに区分されると、以下の如くにB0～B11の12個の動作ブロックが得られるものとされる。

B0：位置決め装置19による、受台12上のボディ11の位置決めを行う動作ブロック（受台

ック）。

B5：位置決め装置19による、受台12を原位置に戻す動作ブロック（受台原位置戻し動作ブロック）。

B6：移載装置16における昇降ハンガーフレーム22により支持されたボディ11に、バレット13上に配されたエンジン14と、バレット13上に配されるとともに、左右前方クランプアーム30L及び30Rによりクランプされたフロントサスペンション組立のストラット、及び、左右後方クランプアーム31L及び31Rによりクランプされたリアサスペンション組立15のストラット15Aを組み合わせる動作ブロック（エンジン／サスペンション・ドッキング動作ブロック）。

B7：移載装置16による、原位置に戻る動作ブロック（移載装置原位置戻り動作ブロック）。

B8：ドッキング装置40による、左右前方クランプアーム30L及び30Rと左右後方クランプアーム31L及び31Rとの夫々を原位置に戻す動作ブロック（クランプアーム原位置戻し動作

位置決め動作ブロック）。

B1：移載装置16による、ボディ11の移載のための準備を行う動作ブロック（移載装置準備動作ブロック）。

B2：ドッキング装置40による、左右前方クランプアーム30L及び30Rによりフロントサスペンション組立のストラットをクランプし、また、左右後方クランプアーム31L及び31Rによりリアサスペンション組立15のストラット15Aをクランプする準備を行う動作ブロック（ストラットクランプ準備動作ブロック）。

B3：位置決め装置19による位置決めがなされた受台12上でのボディ11が、移載装置16における昇降ハンガーフレーム22へと移載され、搬送される状態とされる動作ブロック（移載装置受取り動作ブロック）。

B4：スライド装置45による、その可動部材42に設けられた係合手段46をバレット13上の可動エンジン支持部材に係合させるための準備を行う動作ブロック（スライド装置準備動作ブ

ロック）。

B9：バレット搬送装置17による、リニアモータ機構を作動させて、エンジン14、フロントサスペンション組立及びリアサスペンション組立15が組み合わされたボディ11が載置されたバレット13を、締結ステーションST3へ搬送する動作ブロック（リニアモータ推進ブロック）。

B10：ロボット48Aによる、ボディ11にそれに組み合わせられたエンジン14及びフロントサスペンション組立を締結するための螺子締め作業を行う動作ブロック（螺子締め①動作ブロック）。

B11：ロボット48Bによる、ボディ11にそれに組み合わせられたリアサスペンション組立15を締結するための螺子締め作業を行う動作ブロック（螺子締め②動作ブロック）。

また、上述の動作ブロックB0～B11の夫々は、夫々が出力動作を伴う複数の動作ステップに区分され、例えば、受台位置決め動作ブロックB0については、位置決め手段BF、BR及びTL、及び、昇降基準ピンFL、FR、RL及びRRの夫

々をアクチュエータとしてその作動を伴う、以下の如くにB0S0～B0S9の10個の動作ステップに区分される。

B0S0：各種の条件を確認する動作ステップ（条件確認動作ステップ）。

B0S1：位置決め手段BFにより、受台12が移動せしめられて、ボディ11の前部についての車幅方向における位置決めが行われる動作ステップ（BF位置決め動作ステップ）。

B0S2：位置決め手段BRにより、受台12が移動せしめられて、ボディ11の後部についての車幅方向における位置決めが行われる動作ステップ（BR位置決め動作ステップ）。

B0S3：位置決め手段TLにより、受台12が移動せしめられて、ボディ11のレール18に沿う方向（前後方向）における位置決めが行われる動作ステップ（TL位置決め動作ステップ）。

B0S4：昇降基準ピンFLがボディ11の前方左側部に係合する動作ステップ（FL係合動作ステップ）。

B0S5：昇降基準ピンFRがボディ11の前方右側部に係合する動作ステップ（FR係合動作ステップ）。

B0S6：昇降基準ピンRLがボディ11の後方左側部に係合する動作ステップ（RL係合動作ステップ）。

B0S7：昇降基準ピンRRがボディ11の後方右側部に係合する動作ステップ（RR係合動作ステップ）。

B0S8：位置決め手段BFがボディ11の前部についての車幅方向における位置決めをした状態から原位置に戻る動作ステップ（BF原位置戻り動作ステップ）。

B0S9：位置決め手段BRがボディ11の後部についての車幅方向における位置決めをした状態から原位置に戻る動作ステップ（BR原位置戻り動作ステップ）。

このようなシーケンス制御対象設備の動作についてのシーケンス制御は、シーケンス制御対象設備に接続されるシーケンス制御部に内蔵されたコ

ンピュータにロードされるシーケンス動作制御プログラムに基づいて行われる。そして、斯かるシーケンス動作制御プログラムが作成されるにあたっては、先ず、前述された動作ブロックB0～B11が、表-1に示される如くの、夫々の属性があらわされた動作ブロックマップに纏められる。表-1の動作ブロックマップにおいて、“SC-REG”は、16ビットのレジスタをあらわし、動作ブロックB0～B11の夫々に1個づつ設けられ、各動作ステップが実行される毎にそのステップNo.が書き込まれる。“FROM”は、当該動作ブロックの動作が開始される条件となる直前の動作ブロックをあらわし、“TO”は当該動作ブロックの動作完了によって動作を開始せしめられる、当該動作ブロックの直後につながる動作ブロックをあらわし、“クリア条件”は、当該動作ブロックに関わる設備が原状に戻る動作ブロックをあらわし、さらに、“設備”は、当該動作ブロックに関わるシーケンス制御対象設備をあらわす。

表-1

No.	SC-REG	ブロック名	FROM	TO	クリア条件	設備
B0	D1000	受台位置決め	受台上にボディ有	B3	B5	19
B1	D1001	移載装置準備	受台上にボディ有	B3	B7	16
B2	D1002	ストラップ準備	ST2にボディ有	B4	B8	40
B3	D1003	移載装置受取り	B0, B1	B5 B6	B7	19 16
B4	D1004	スライド装置準備	B2	B6	B7 B8	45
B5	D1005	受台原位置戻し	B3	—	B5	19
B6	D1006	エンジン／サシドッキング	B3, B4	B7 B8	B7 B8	16 40 45
B7	D1007	移載装置原位置戻り	B6	—	B7	16
B8	D1008	クランプアーム原位置戻し	B6	—	B8	40
B9	D1009	リニアモータ推進	ST2にボディ有	—	B9	17

B 10	D 1010	螺子締め①	ST 3 にボ ディ有	—	B 10	48 A
B 11	D 1011	螺子締め②	ST 3 にボ ディ有	—	B 11	48 B

また、動作ブロック B 0 ～ B 11 の夫々毎に、それにおける複数の動作ステップが、夫々の属性があらわされた動作ステップマップに纏められる。例えば、前述された動作ブロック B 0 における動作ステップ B 0 S 0 ～ B 0 S 9 については、先ず、表-2 に示される如くの位置決め装置 19 についての入出力マップが作成される。表-2 の入出力マップにおいて、“コメント” は、各動作ステップの内容をあらわす。

表-2

No.	コメント	動作	出力 ディ バイ ス	確認 入力 接点	手動 入力 接点	原位置
A01	ワーク有	—	—	X 0	X A	—

A15	R L 基準 ピン	戻	Y E	X E	X 18	○
-----	--------------	---	-----	-----	------	---

続いて、表-2 における“コメント”を呼び出すことにより、表-3 に示される如くの動作ステップマップが纏められる。また、動作ブロック B 1 ～ B 11 の夫々についても同様な動作ステップに纏められる。

表-3

No.	コメント	動作	出力 ディ バイ ス	確認 入力 接点	手動 入力 接点	原位置	戻り 確認 接点	同時動作
B000	動作ブロック準備							
B0S0	条件確認	—	Y 0	X 0	X A			
B0S1	B F (位置決め)	出	Y 1	X 1	X B		X 8	
B0S2	B R (位置決め)	出	Y 2	X 2	X C		X 9	
B0S3	T L (位置決め)	出	Y 3	X 3	X D			

A02	B F (位置決め)	出	Y 1	X 1	X B	
A03	B F (位置決め)	戻	Y 2	X 2	X C	○
A04	B R (位置決め)	出	Y 3	X 3	X D	
A05	B R (位置決め)	戻	Y 4	X 4	X E	○
A06	T L (位置決め)	出	Y 5	X 5	X F	
A07	T L (位置決め)	戻	Y 6	X 6	X 10	○
A08	F R 基準 ピン	出	Y 7	X 7	X 11	
A09	F R 基準 ピン	戻	Y 8	X 8	X 12	○
A10	F L 基準 ピン	出	Y 9	X 9	X 13	
A11	F L 基準 ピン	戻	Y A	X A	X 14	○
A12	R R 基準 ピン	出	Y B	X B	X 15	
A13	R R 基準 ピン	戻	Y C	X C	X 16	○
A14	R L 基準 ピン	出	Y D	X D	X 17	

B0S4	F R 基準 ピン	出	Y 4	X 4	X E			1
B0S5	F L 基準 ピン	出	Y 5	X 5	X F			1
B0S6	R R 基準 ピン	出	Y 6	X 6	X 10			1
B0S7	R L 基準 ピン	出	Y 7	X 7	X 11			1
B0S8	B F (位置決め)	戻	Y 8	X 8	X 12	○		
B0S9	B R (位置決め)	戻	Y 9	X 9	X 13	○		
B999	動作ブロック完了							

そして、表-1 の動作ブロックマップにあらわされた動作ブロック B 0 ～ B 11 の夫々及びその属性についてのデータに基づき、第 4 図に示される如くの、動作ブロック B 0 ～ B 11 の相互関係を時系列的にあらわした動作ブロックフローチャートが形成され、斯かる動作ブロックフローチャートと表-3 に示される動作ブロック B 0 についての動作ステップマップとから、第 5 図に示される如くの、動作ブロック B 0 に関しての、動作ス

テップB0S0～B0S9に夫々対応して設けられてアクチュエータ用出力(Y0～Y9)を発生するものとされた動作ステップラダー要素SR0, SR1, SR2, …SR9が縦段接続されて成る動作ブロックラダープログラムBRPが作成され、さらに、動作ブロックフローチャートと、表-3に示される動作ブロックB0についての動作ステップマップと同様に得られる、動作ブロックB1～B11の夫々についての動作ステップマップとから、第5図に示される動作ブロックB0に関する動作ブロックラダープログラムBRPと同様なものとされる、動作ブロックB1～B11の夫々に関する動作ブロックラダープログラムBRPが作成される。そして、動作ブロックB0～B11の夫々に関する12個の動作ブロックラダープログラムBRPが順次連結されて、シーケンス動作制御ラダープログラムとされる。

なお、第5図に示される如くの動作ブロックラダープログラムBRPにおいて、STRは起動条件を、STPは停止条件を、ILC0～ILC9

はインターロック条件を夫々あらわし、また、MAは起動条件SRTに関わる出力接点デバイスであり、MSは停止条件STPに関わる出力接点デバイスであり、X0～X9は確認入力接点デバイスであり、XA～XF, X10～X13は、手動入力接点デバイスであり、XIはインターロック解除接点デバイスであり、Y0～Y9は出力コイルデバイスである。

従って、シーケンス制御部によりその動作についてのシーケンス制御が行われるシーケンス制御対象設備は、動作ブロックB1～B11の夫々における複数の動作ステップを、上述の如くに作成されるシーケンス動作制御ラダープログラムに従って順次実行するものとされる。

続いて、上述の如くのシーケンス制御対象設備の動作に対するシーケンス制御を行うためのシーケンス動作制御ラダープログラムについてのシミュレーションに適用される、本発明に係るプログラムのシミュレーション方法の一例について述べる。

第1図は、本発明に係るプログラムのシミュレーション方法の一例が実施されるシミュレーションシステムを、シーケンス制御対象設備と共に示す。シーケンス制御対象設備50は、前述の如く、位置決め装置19、移載装置16、ドッキング装置40、スライド装置45、パレット搬送装置17、及び、ロボット48A及び48Bから成るものとされている。

シミュレーションシステムは、シーケンス制御対象設備50に接続されてそれに対するシーケンス動作制御を行うシーケンス制御部51、動作モニター部52及びCRT(陰極線管)操作盤部53とから成るものとされている。

シーケンス制御部51は、上述の如くのシーケンス動作制御ラダープログラムとそれに接続された、後述される如くの、シミュレーションプログラムとが格納されるプログラムメモリ55、及び、送受信インターフェース54に接続されるものとされたCPUを内蔵するものとして構成されている。

動作モニター部52は、バスライン61を通じて接続された中央処理ユニット(CPU)62、メモリ63、入出力インターフェース(I/Oインターフェース)64及び送受信インターフェース65を有しており、さらに、I/Oインターフェース64に接続されたキーボード66、ディスプレイ用のCRT67及びプリンタ68が備えられている。また、CRT操作盤部53は、バスライン71を通じて接続されたCPU72、メモリ73、送受信インターフェース74及び75、及び、I/Oインターフェース76を有しており、さらに、I/Oインターフェース76に接続された補助メモリとしてのハードディスク装置77、ディスプレイ用のCRT78及びデータ及び制御コード入力用のキーボード79、及び、送受信インターフェース74に接続されたタッチパネル80が備えられており、第6図に示される如く、タッチパネル80はCRT78のフェースプレート部外面に取り付けられている。

そして、シーケンス制御部51が内蔵するCP

Uに接続された送受信インターフェース54と動作モニタ部52に設けられた送受信インターフェース65及びCRT操作盤部53に設けられた送受信インターフェース75の夫々が相互接続され、さらに、動作モニタ部52に設けられた送受信インターフェース65とCRT操作盤部53に設けられた送受信インターフェース75とが相互接続されている。

CRT操作盤部53は、そのCRT78のフェースプレート部外面に取り付けられたタッチパネル80が、全体的に透明体とされて形成され、その表面に手指等が接触せしめられるとき接触位置に応じた出力信号を発生させるものとされとともに、第7図に示される如くに、CRT78のフェースプレート部に、シーケンス制御部51を制御するための複数の操作要素W1~W14、表示切換操作要素P1及びP2、及び、機能切換操作要素QG等が配列されて成るものとされた操作盤が選択的に表示されるものとなされており、斯かるCRT78のフェースプレート部に選択的に表

示される複数の操作盤をあらわす表示データは、ハードディスク装置77に格納されている。そして、タッチパネル80の表面における、CRT78のフェースプレート部に表示された操作盤の操作要素のうちの、選択されたものに対応する位置に手指等が接触せしめられることにより、そのときタッチパネル80から得られる出力信号が、タッチパネル80における接触部に対応する操作盤の操作要素のうちの選択されたものを操作したことになる操作入力として、送受信インターフェース74を通じて供給され、送受信インターフェース74を通じて供給される操作入力は、CPU72に与えられるとともに、送受信インターフェース75から、シーケンス制御部51にその送受信インターフェース54を通じて供給されて、それにより、シーケンス制御部51におけるシーケンス動作制御ラダープログラム及びシミュレーションプログラムの作動についての制御が行われる。

また、動作モニタ部52は、シーケンス制御部51から送受信インターフェース54及び65を

通じて、シーケンス制御部51におけるシーケンス動作制御ラダープログラム及びシミュレーションプログラムの作動状態をあらわすプログラム処理データを受け取り、それをCPU62により処理してプログラム処理データに基づく表示信号及び出力信号を得、I/Oインターフェース64を通じて、表示信号をCRT67に、また、出力信号をプリンタ68に夫々供給するものとされている。

シーケンス制御部51に内蔵されたプログラムメモリ55に、シーケンス動作制御ラダープログラムに接続されて格納されるシミュレーションプログラムが形成されるにあたっては、シーケンス制御対象設備50においてシーケンス動作制御ラダープログラムに従って作動せしめられることになる各動作ステップについてのアクチュエータが、1個のシリンダに置き換えられるものとされる。例えば、動作ブロックB0における動作ステップB0S0~B0S9についてのアクチュエータである位置決め手段BF、BR及びTL、及び、昇降基準ピンFL、FR、RL及びRR等の夫々は、

第8図に示される如くの、1個のシリンダ装置90に置き換えられる。斯かるシリンダ装置90にあっては、シリンダロッド91が、第8図において実線により示される位置を基準位置とするとともに、前述の出力コイルデバイスY0~Y9のいずれかが作動せしめられるとき押し出され、各アクチュエータの実際の作動時間に相当する時間を要して、第8図において一点鎖線により示される動作位置をとるものとされ、シリンダロッド91が基準位置にあるとき、前述の確認入力接点デバイスX1~X9、X0がセット状態とされるとともに、シリンダロッド91が動作位置にあるとき、前述の確認入力接点デバイスX0~X9がセット状態とされる。

そして、このようなシリンダ装置90に基づき、動作ブロックB0については、第9図に示される如くに、動作ステップB0S0、B0S1、・・・B0S8及びB0S9に夫々対応するアクチュエータ動作シミュレーションラダー要素SSP0、SSP1、・・・SSP8及びSSP9が形成さ

れるとともに、それらが縦段接続されて成るシミュレーションプログラムSIMPが作成される。斯かるシミュレーションプログラムSIMPにおいて、T0～T9はタイマーであり、夫々、動作ブロックB0における動作ステップB0S0～B0S9についてのアクチュエータの実際の作動時間に相当する時間を計測する。そして、シミュレーションプログラムSIMPは、シーケンス動作制御ラダープログラムを構成する、動作ブロックB0に関する動作ブロックラダープログラムBRPに接続される。

即ち、動作ブロックB0について、動作ステップB0S0～B0S9に対応して設けられてアクチュエータ用出力(Y0～Y9)を発生するものとされた動作ステップラダー要素SR0, SR1, SR2, …SR9が縦段接続されて成る動作ブロックラダープログラムBRPに、動作ステップラダー要素SR0, SR1, SR2, …SR9に夫々対応するものとされ、動作ステップラダー要素SR0, SR1, SR2, …SR9

の夫々が発生するアクチュエータ用出力(Y0～Y9)により起動されて、各アクチュエータの実際の作動時間に相当する時間後に次段の動作ステップラダー要素に対する起動出力(X0～X9)を発生させるものとされたアクチュエータ動作シミュレーションラダー要素SSP0, SSP1, …SSP8及びSSP9が縦段接続されて成るシミュレーションプログラムSIMPが接続されるのである。

そして、動作ブロックB1～B11の夫々についても、動作ブロックB0の場合と同様にして、各動作ブロックについての、夫々が各動作ステップに対応して設けられてアクチュエータ用出力を発生するものとされた複数の動作ステップラダー要素が縦段接続されて成る動作ブロックラダープログラムに、夫々が各動作ステップラダー要素に対応して設けられ、その動作ステップラダー要素が発生するアクチュエータ用出力により起動されて所定の時間後に次段の動作ステップラダー要素に対する起動出力を発生させるものとされた、複

数のアクチュエータ動作シミュレーションラダー要素が縦段接続されて成るシミュレーションプログラムが接続される。

従って、シーケンス制御部51に内蔵されたプログラムメモリ55に格納される、シーケンス動作制御ラダープログラムにシミュレーションプログラムが接続されて成るプログラムは、上述の如くに、シーケンス動作制御ラダープログラムを構成する複数の動作ブロックラダープログラムBRPの夫々に、動作ブロックB0～B11の夫々に関するシミュレーションプログラムSIMPが接続されたものとされることになる。

上述の如くにして、シーケンス制御部51に内蔵されたプログラムメモリ55に、シーケンス動作制御ラダープログラムとそれを構成する複数の動作ブロックラダープログラムBRPの夫々に接続されたシミュレーションプログラムSIMPとが格納された状態、即ち、シーケンス制御部51にシーケンス動作制御ラダープログラムとそれを構成する複数の動作ブロックラダープログラムB

RPの夫々に接続されたシミュレーションプログラムSIMPとの組込みがなされた状態としたもとで、CRT操作盤部53に備えられたCRT78のフェースプレート部外面に取り付けられたタッチパネル80の表面における、CRT78のフェースプレート部に表示された操作盤の操作要素のうちの、シーケンス動作制御ラダープログラムの起動用のものに対応する位置に手指等を接触させることより、シーケンス動作制御ラダープログラムとそれを構成する複数の動作ブロックラダープログラムBRPの夫々に接続されたシミュレーションプログラムSIMPとの組込みがなされたシーケンス制御部51において、シーケンス動作制御ラダープログラムについての起動をかけて、シーケンス動作制御ラダープログラムの作動を開始させる。それにより、シーケンス制御部51において、シーケンス動作制御ラダープログラムとそれを構成する複数の動作ブロックラダープログラムBRPの夫々に接続されたシミュレーションプログラムSIMPが、各動作ブロックラダーブ

プログラムBRPを構成する複数の動作ステップラダー要素及び各シミュレーションプログラムSIMPを構成する複数のアクチュエータ動作シミュレーションラダー要素の夫々が順次作動する状態をもって継続的に進行していくものとされ、従って、シーケンス動作制御ラダープログラムのシミュレーションが行われる状態を得る。斯かる際、シーケンス制御部51から送受信インターフェース54及び65を通じて、シーケンス制御部51におけるシーケンス動作制御ラダープログラム及びシミュレーションプログラムSIMPの作動状態をあらわすプログラム処理データが供給される動作モニタ部52においては、CRT67上にシーケンス動作制御ラダープログラム及びシミュレーションプログラムSIMPの夫々の進行状況が表示され、また、プリンタ68によってシーケンス動作制御ラダープログラム及びシミュレーションプログラムSIMPの夫々の進行状況が紙に記録されて出力されるので、CRT67上の表示、あるいは、プリンタ68からの紙出力に基づいて、

シーケンス動作制御ラダープログラムにおける各動作ブロックラダープログラムBRPが適正な順序で進められているか否か、及び、動作ブロックラダープログラムBRPにおける各動作ステップラダー要素が適正な順序で実行されている否かを確認する。

なお、シーケンス動作制御ラダープログラムのシミュレーションが行われている期間において、シミュレーションプログラムSIMPを構成する複数のアクチュエータ動作シミュレーションラダー要素の夫々が実行されている際には、動作モニタ部52におけるCRT67上には、例えば、第10図A、B及びCに示される如くの、第8図に示されるシリンダ装置90をあらわす表示が、アクチュエータ動作シミュレーションラダー要素の進行状態に追従して行われる。第10図Aに示される表示は、シリンダ装置90におけるシリンダロッド91が基準位置にある状態をあらわし、10図Bに示される表示は、シリンダロッド91が基準位置と動作位置との間にある状態をあらわし、

第10図Cに示される表示は、シリンダロッド91が動作位置をとった状態をあらわしている。

(発明の効果)

以上の説明から明らかな如く、本発明に係るプログラムのシミュレーション方法によれば、行うべき諸動作が、開始から終了まで独立して行われることになる一連の動作の最大単位を動作ブロックとして複数の動作ブロックに区分されるとともに、各動作ブロックが夫々がアクチュエータの作動を伴う複数の動作ステップに区分されたもとで、設備に複数の動作ブロックの夫々における複数の動作ステップを予め設定された順序をもって順次実行させるためのシーケンス動作制御ラダープログラムについての、設定通りに作動するか否かを模擬的に確認するシミュレーションを、シーケンス動作制御ラダープログラムについての起動をかけるだけの容易な操作のもとに、迅速かつ確実に、しかも、プログラム全般に互って自動的に行うことができることになる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明に係るプログラムのシミュレーション方法の一例が実施されるシミュレーションシステムをシーケンス制御対象設備と共に示す構成図、第2図及び第3図は本発明に係るプログラムのシミュレーション方法によるシミュレーションが行われるシーケンス動作制御ラダープログラムの一例によってシーケンス動作制御が行われる設備を備えた車両組立ラインの一例を示す概略側面図及び概略平面図、第4図はシーケンス制御対象設備の動作についてのシーケンス制御の説明に供される動作ブロックフローチャート、第5図は本発明に係るプログラムのシミュレーション方法によるシミュレーションが行われるシーケンス動作制御ラダープログラムの一例を示すラダー図、第6図は第1図に示されるシミュレーションシステムにおけるCRT操作盤部の一部分を示す概略斜視図、第7図は第1図に示されるシミュレーションシステムにおけるCRT操作盤部の説明に供される概略平面図、第8図は本発明に係るプログラムのシミュレーション方法に用いられるシミュ

レーションプログラムの作成についての説明に供される図、第9図は本発明に係るプログラムのシミュレーション方法に用いられるシミュレーションプログラムの一例の説明に供されるラダー図、第10図A、B及びCは第1図に示されるシミュレーションシステムにおける動作モニタ部における表示の一例を示す概略平面図である。

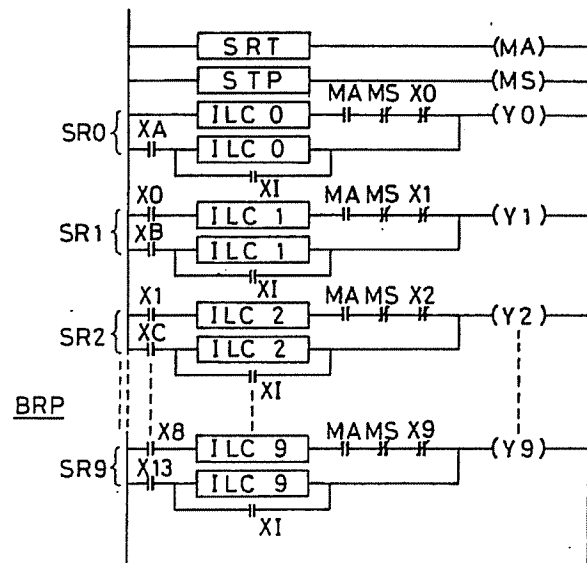
図中、16は移載装置、17はパレット搬送装置、19は位置決め装置、40はドッキング装置、45はスライド装置、48A及び48Bはロボット、50はシーケンス制御対象設備、51はシーケンス制御部、52は動作モニタ部、53はCRT(陰極線管)操作盤部、54、65、74及び75は送受信インターフェース、55はプログラムメモリ、62及び72は中央処理ユニット(CPU)、67はCRT、68はプリンタである。

特許出願人 マツダ株式会社

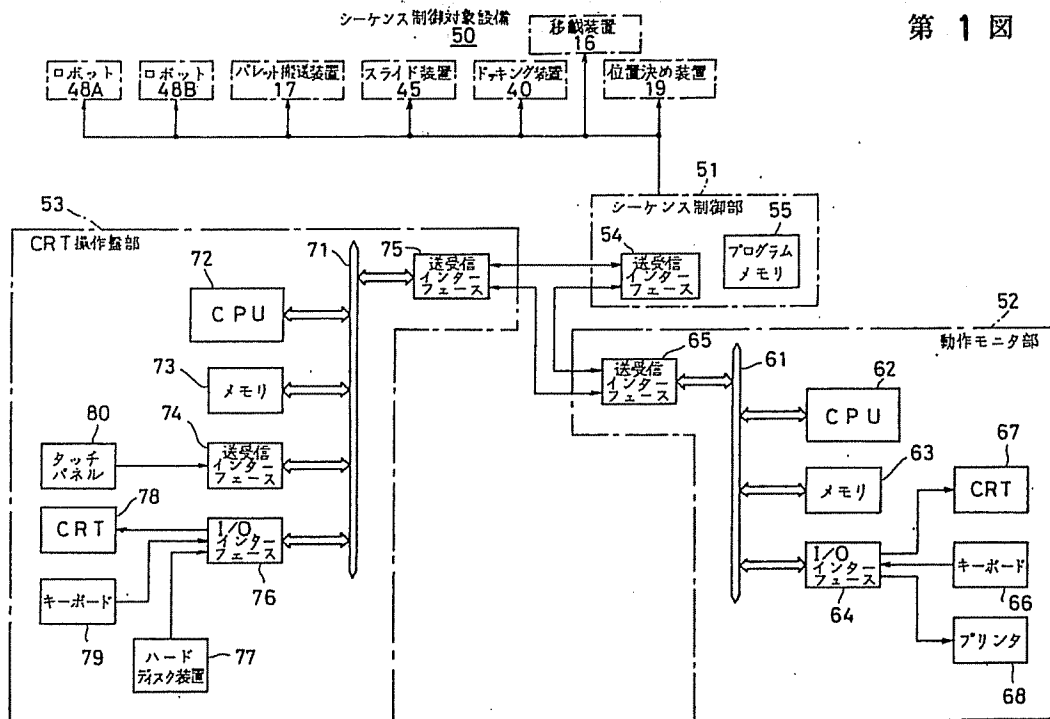
代理人 弁理士 神 原 貞 昭



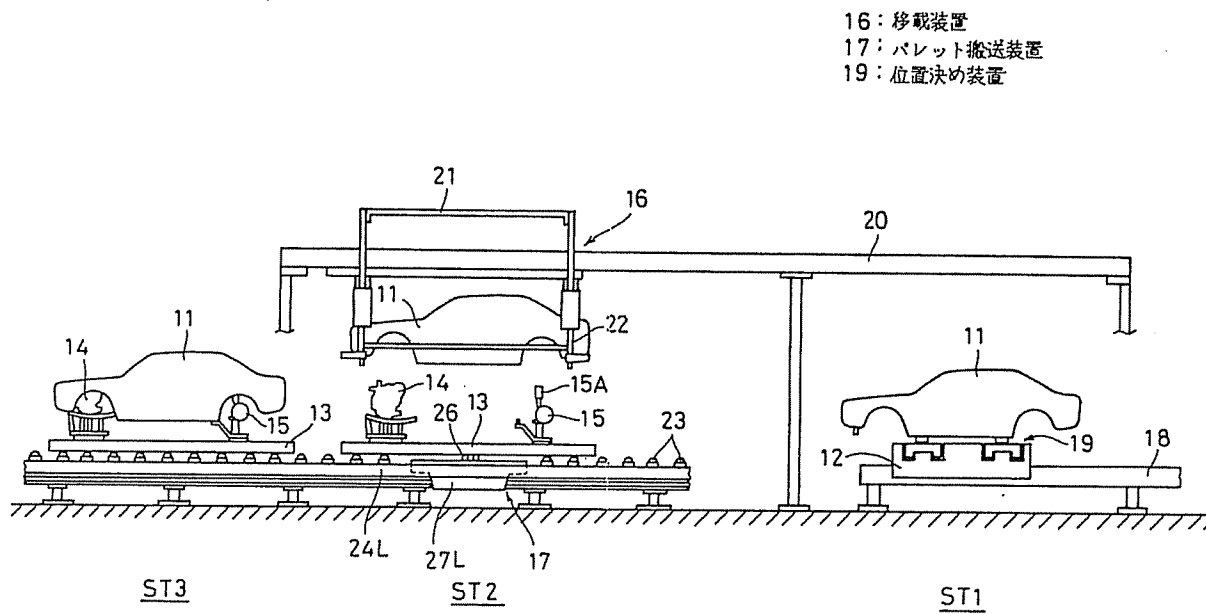
第 5 図



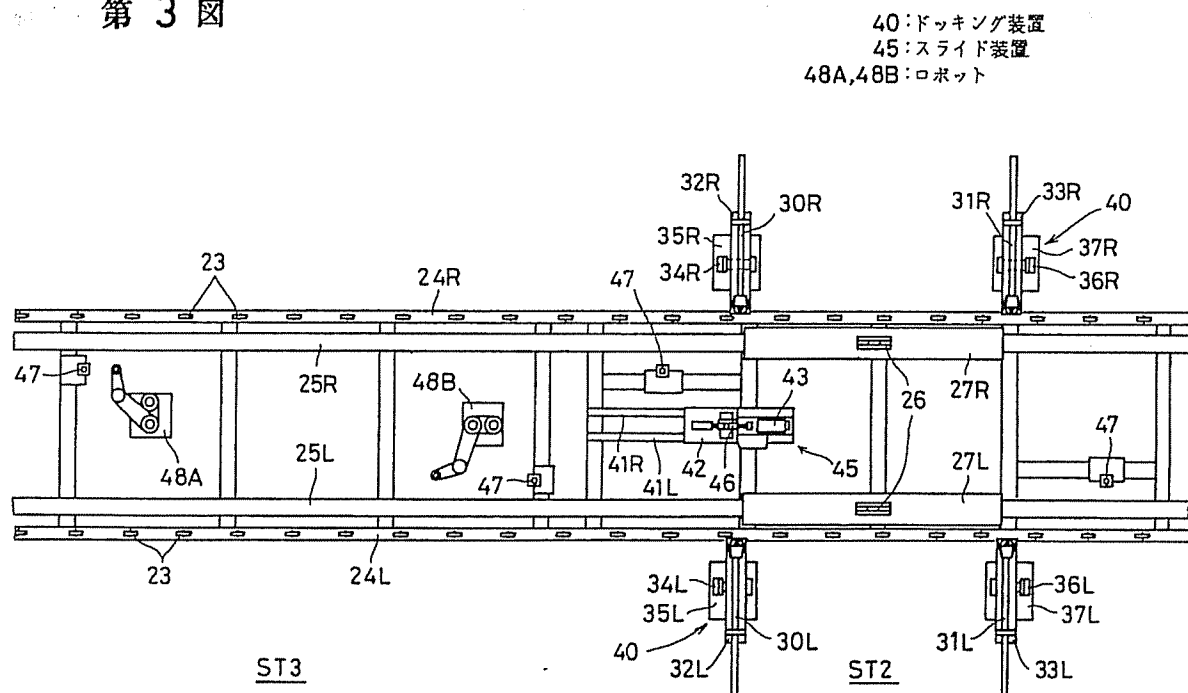
第 1 図



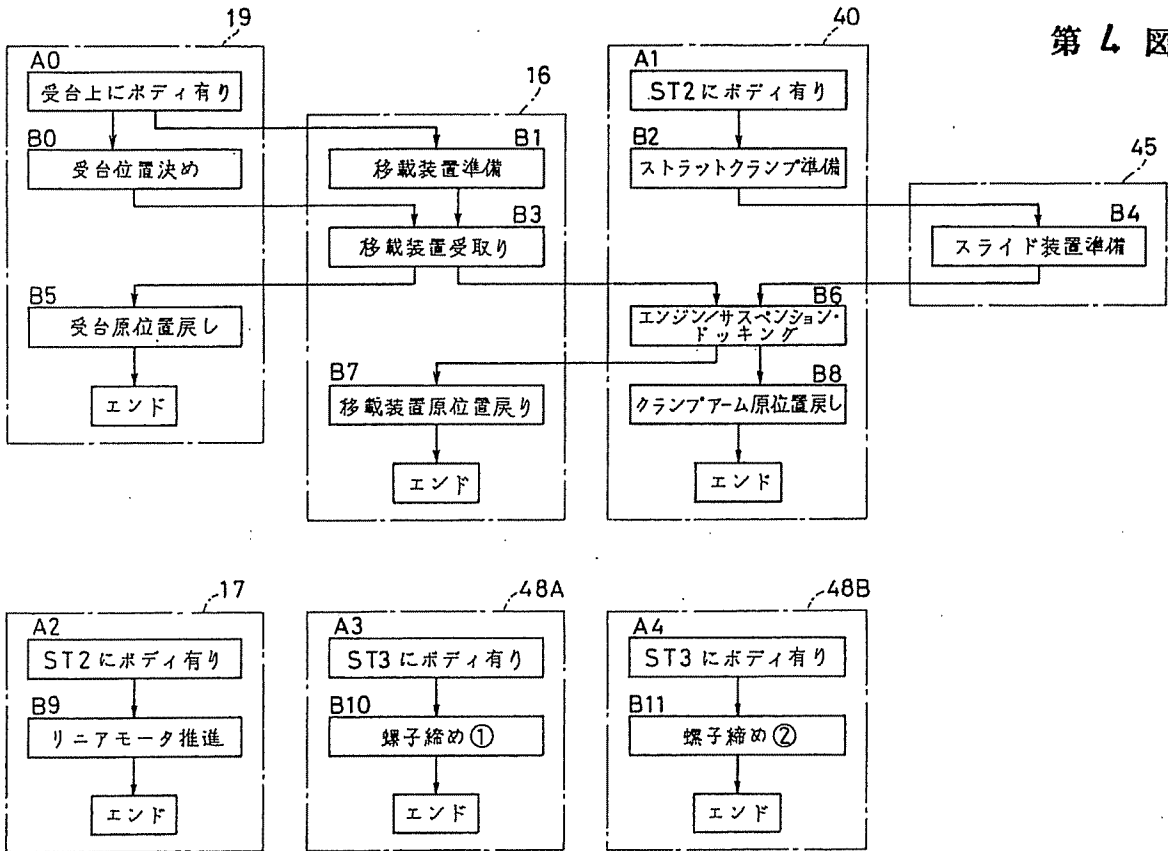
第 2 図



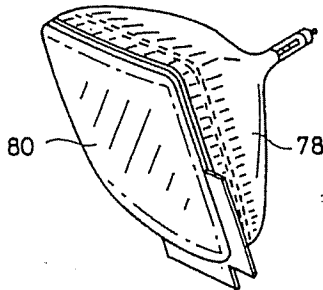
第 3 図



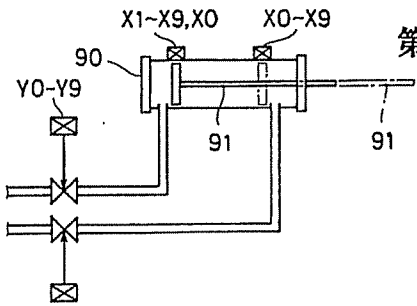
第 4 図



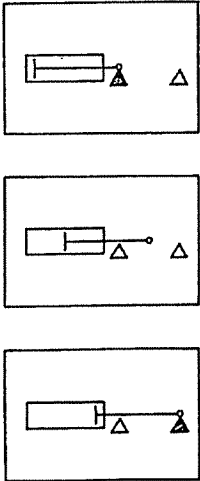
第 6 図



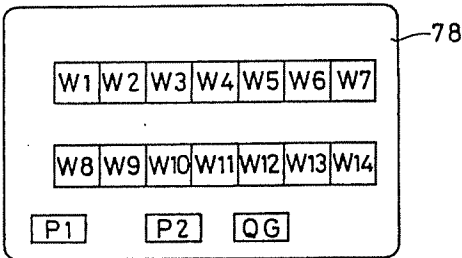
第 8 図



第10図



第 7 図



第 9 図

